

SIFAT FISIK BATA BETON DENGAN PENAMBAHAN *STYROFOAM*

Herol¹⁾, Zulfikar Djauhari²⁾, Ismeddiyanto²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Laboratorium Teknologi Bahan Teknik Sipil Universitas Riau

Program Studi Teknik Sipil S1, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. H.R. Soebrantas KM. 12,5 Pekanbaru 28293

Email: herolkc12@gmail.com

ABSTRACT

Indonesia is a country with a high seismic activity. Due to this reason, constructions in Indonesia must pay attention to every aspect, including the design, the construction process and materials. The use of concrete bricks on the wall has an impact on the loading of a structure. This research aimed to determine the effect of addition of styrofoam to the weight, density, water absorption and porosity of the concrete bricks. In this study, the composition of the mixture used was 1 cement : 3 sand with the variations of styrofoam as a substitute for sand at 0%, 5%, 10% and 15%. Test results showed that the average weight of concrete brick with 0% of styrofoam was 2.42 gr/cm³, 5% of styrofoam was 2,31 gr/cm³, 10% of Styrofoam was 2.29 gr/cm³, and 15% of styrofoam was 2.22 gr/cm³. The porosity of the concrete brick with 0% of styrofoam was 7.89%, 5% of styrofoam was 7.66%, 10% of styrofoam was 6.81%, and 15% of styrofoam was 4.62%. From water absorption test, the results showed that the average value of concrete brick with 0% of styrofoam was 3.70%, 5% of styrofoam was 3.63%, 10% of styrofoam was 3.34%, and 15% of styrofoam was 2.32%. The more styrofoam is added, the more the weight and density of the concrete was decreasing. The porosity and water absorption values of the concrete bricks was decreasing with the addition of styrofoam due to the waterproof property of styrofoam. The result of water absorption test showed that all concrete bricks tested were concrete bricks with quality I, that are concrete brick used for load bearing construction and are commonly used for unprotected construction (outside the roof) because of having a water absorption value smaller than 25%.

Keywords: Concrete brick, styrofoam, weight, density, water absorption, porosity

A. PENDAHULUAN

Indonesia berada pada kawasan dengan tingkat aktivitas gempa bumi yang tinggi, hal ini terjadi karena masih banyak gunung api yang aktif dan pertemuan tiga lempeng yaitu Indo-Australia, Eurasia dan lempeng Pasifik. Banyaknya terjadi gempa bumi di Indonesia mengharuskan setiap pekerjaan konstruksi memperhatikan aspek keamanan terhadap gempa baik itu perencanaan, pelaksanaan dan tidak kalah penting adalah material yang digunakan untuk struktur.

Pada akhir-akhir ini telah banyak dipakai material bahan bangunan yang memiliki efisiensi lebih baik dari pada material lain. Material yang sebaiknya digunakan adalah material yang ringan namun kuat. Salah satunya pemakaian bata beton ringan sebagai pengganti dinding bata merah dan batako. Dinding adalah kesatuan dari beberapa bata atau batako yang dirangkai utuh. Dinding merupakan bagian bangunan non-struktur yang memberi beban terhadap struktur. Berat dinding yang cukup besar yang ditanggung struktur menjadi salah satu

sebab kegagalan struktur ketika terjadinya gempa. Penggunaan bata beton dengan penambahan *styrofoam* dapat mengurangi berat satuan dinding dikarenakan berat *styrofoam* yang ringan.

Penambahan *styrofoam* sebagai pengganti agregat halus pada pembuatan bata beton merupakan pilihan yang cukup tepat itu ditimbang dari berat *styrofoam* yang ringan akan mengurangi berat bata beton itu sendiri. Penambahan *styrofoam* pada bata beton akan berdampak positif terhadap lingkungan sebab banyak limbah *styrofoam* yang berserakan. *Styrofoam* merupakan bahan yang tidak mudah terurai oleh alam. *Styrofoam* sangat tidak ramah lingkungan karena tidak dapat membusuk dan tidak dapat diuraikan dalam tanah (Jambeck et al, 2015). Indonesia berada di Peringkat kedua dunia penghasil sampah plastik termasuk styrofoam ke laut yang mencapai 187,2 juta ton setelah China yang mencapai 262,9 juta ton (Jambeck et al, 2015).

Penambahan *styrofoam* pada bata beton akan mengurangi berat dinding. Hasil pemeriksaan berat memperlihatkan bahwa berat bata beton ringan *styrofoam* memiliki berat 1238,57 gram dan bata beton normal 2424,9 gram. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa berat bata beton *styrofoam* 48,9% lebih ringan dari berat bata beton normal (Candra, 2015). Beban struktur yang diberikan dinding menjadi lebih kecil dibandingkan batako normal dan ketika terjadinya gempa bata beton dengan penambahan

B.1.2 Klasifikasi Bata Beton

Menurut Standar Nasional Indonesia (SK SNI-04-1989-F), jenis bata beton adalah:

1. Mutu I adalah bata beton yang digunakan untuk konstruksi yang memikul beban dan biasa digunakan untuk konstruksi yang tidak terlindung (diluar atap).
2. Mutu II adalah bata beton yang digunakan untuk konstruksi yang memikul beban

stryrofoam akan meminimalisir kegagalan struktur dikarenakan beban satuan dinding yang berat.

B. TINJAUAN PUSTAKA

B.1 Bata Beton

Menurut SNI 03-0349-1989, *Conblock (concrete block)* atau batu cetak beton adalah komponen bangunan yang dibuat dari campuran semen Portland atau pozolan, pasir, air dan atau tanpa bahan tambahan lainnya (*additive*), dicetak sedemikian rupa hingga memenuhi syarat dan dapat digunakan sebagai bahan untuk pasangan dinding.

B.1.1 Jenis Bata Beton

Jenis bata beton menurut SNI 03-0349-1989 dapat dibedakan menjadi 2 (dua) jenis yaitu:

1. Bata Beton Berlubang

Bata beton berlubang adalah bata beton yang dibuat dari bahan perekat hidrolis atau sejenisnya ditambah dengan agregat dan air dengan atau tanpa bahan bantu lainnya dan mempunyai luas penampang lubang 25% luas penampang batanya dan volume lubang lebih dari 25% volume beratnya.

2. Bata Beton Pejal

Bata beton pejal adalah bata beton yang mempunyai luas penampang pejal 75% atau lebih dari luas penampang seluruhnya dan mempunyai volume pejal lebih dari 75% volume seluruhnya.

tetapi penggunaannya hanya untuk konstruksi yang terlindung dari cuaca luar (untuk konstruksi di bawah atap).

3. Mutu III adalah bata beton yang digunakan untuk konstruksi yang tidak dibebani, terlindung dan tidak dipilester.
4. Mutu IV adalah batako yang digunakan untuk konstruksi yang tidak memikul beban, dinding penyekat dan lain-lain serta

konstruksi yang selalu terlindungi dari cuaca luar. Berdasarkan SNI 03-

0349-1989 persyaratan fisis terlihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 2. Persyaratan Fisik Bata Beton

Syarat Fisis	Satuan	Tingkat Mutu Bata Beton Pejal				Tingkat Mutu Bata Beton Berlobang			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
1. Kuat tekan bruto rata-rata min.	kg/cm ²	100	70	40	25	70	50	35	20
2. Kuat tekan bruto masing-masing benda uji	kg/cm ²	90	65	35	21	65	45	30	17
3. Penyerapan air rata-rata maks.	%	25	35	-	-	25	35	-	-

Sumber: SNI 03-0349-1989

B.2 Bata Beton Ringan

Bata beton ringan dibuat dari bahan baku pasir kuarsa, kapur, semen, dan bahan lain yang dikategorikan sebagai bahan-bahan untuk bata beton ringan. Teknik beton ringan pertama kali dikembangkan oleh "Joseph Hebel" di Jerman pada tahun 1943. Melalui produk Hebel, bata beton ringan mendapat julukan "*Aerated Lightweight Concrete (ALC)*". Menurut SNI 3402:2008, berat isi beton ringan maksimum adalah 1840 kg/m³.

B.3 Bahan-Bahan Pembuat Bata Beton

Dalam pembuatan benda uji bata beton, bahan yang digunakan adalah semen, *styrofoam*, pasir, dan air.

B.3.1 Semen

Semen adalah bahan yang mempunyai sifat adhesif dan sifat kohesif yang digunakan sebagai bahan pengikat (*bonding material*) yang dipakai bersama dengan batu kerikil, pasir dan air. Semen merupakan bahan ikat yang penting dan paling banyak digunakan dalam pembangunan fisik di sektor konstruksi sipil. Jika ditambah air, semen akan menjadi pasta semen, jika ditambah agregat halus pasta semen akan menjadi mortar, jika digabungkan dengan agregat kasar akan menjadi campuran beton segar

yang setelah mengeras akan menjadi beton keras.

B.3.2 Agregat Halus (Pasir)

Kandungan agregat dalam campuran berton biasanya sangat tinggi berkisar 60%-70% dari berat campuran beton. Walaupun fungsi agregat halus hanya sebagai pengisi, tetapi karena komposisinya yang cukup besar, agregat menjadi sangat penting.

Agregat halus adalah agregat yang semua butirannya menembus ayakan berlubang 4,75 mm (SII-0052-80). Pada agregat halus bagian yang lolos dari suatu ayakan tidak boleh lebih dari 45% dari yang tertahan pada ayakan berikutnya. Modulus kehalusan harus antara 2,3-3,1.

Syarat-syarat untuk agregat halus menurut SK SNI T 15-1990-03 adalah sebagai berikut:

1. Modulus halus butir 1,5 sampai 3,8.
2. Kadar lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 70 mikron (0.074 mm atau No.200) dalam persen berat maksimum:
 - a. Untuk beton yang mengalami abrasi sebesar 3%
 - b. Untuk beton jenis lainnya sebesar 5%
3. Kadar gumpalan tanah liat dan partikel yang mudah dirapikan maksimum 3%.
4. Kandungan arang dan lignit

- a. Bila tampak permukaan beton dipandang penting (beton akan diekspos), maksimum 0,5%. Beton jenis lainnya, maksimum 1,0%.
5. Kadar zat organik yang ditentukan dengan mencampur agregat halus dengan larutan natrium sulfat (NaSO_4) 3%, tidak menghasilkan warna lebih tua dibandingkan warna standar. Jika warnanya lebih tua maka ditolak kecuali:
 - a. Warna lebih tua timbul karena sedikit adanya lignit atau yang sejenis.
 - b. Ketika diuji dengan uji perbandingan kuat tekan beton yang dibuat dengan pasir standar silika hasilnya menunjukkan nilai lebih besar dari 95%.
6. Tidak boleh bersifat reaktif terhadap alkali jika dipakai untuk beton yang berhubungan dengan basah dan lembab atau yang berhubungan dengan bahan yang bersifat reaktif terhadap alkali semen, dimana penggunaan semen yang mengandung natrium oksida tidak lebih dari 0,6%.
7. Kekekalan jika diuji dengan natrium sulfat bagian yang hancur maksimum 10% dan jika dipakai magnesium sulfat, maksimum 15%.
8. Susunan gradasi harus memenuhi syarat.

B.3.3 Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan bata beton ringan. Air yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton. Air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, tercemar garam, minyak, gula atau bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran beton akan menurunkan kualitas beton, bahkan dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan.

Pada dasarnya semen memerlukan jumlah air sebesar 32% berat semen untuk bereaksi secara sempurna. Air yang dibutuhkan untuk bereaksi dengan semen dan untuk memudahkan pembuatan bata beton, maka nilai f.a.s pada pembuatan dibuat pada batas kondisi adukan lengas tanah, karena dalam kondisi ini adukan dapat dipadatkan secara optimal. Disini tidak dipakai patokan angka sebab nilai f.a.s. sangat tergantung dengan campuran penyusunnya. Nilai f.a.s. diasumsikan berkisar antara 0,3 sampai 0,6 atau disesuaikan dengan kondisi adukan agar mudah dikerjakan. Mutu bata beton (kuat tekan) bertambah tinggi dengan bertambahnya umur bata beton.

B.3.4 Styrofoam

Styrofoam berasal dari kata *styrene* (zat kimia bahan dasar), dan *foam* (busa/buih). Beratnya sangat ringan, karena kandungan didalamnya 95% udara dan 5% *styrene*. Cara pembuatan *styrofoam* yaitu dari mulai pembentukan *polystyrene* dari *styrene* kemudian dihembuskan udara kedalam *polystyrene* dengan menggunakan CFC (*Cloro Fluro Carbon*) sebagai *blowing agent*.

Polystyrene adalah monomer sebuah hidrokarbon cair yang dibuat secara komersial dari minyak bumi. Pada suhu ruangan, polistirena biasanya bersifat padat, dan mencair pada suhu yang lebih tinggi. Polistirena pertama kali dibuat pada 1839 oleh Eduard Simon, seorang apoteker Jerman. Ketika mengisolasi zat tersebut dari resin alami, dia tidak menyadari apa yang dia telah temukan. Seorang kimiawan organik Jerman lainnya, Hermann Staudinger, menyadari bahwa penemuan Simon terdiri dari rantai panjang molekul stirena, yang adalah sebuah polimer plastik.

Karakteristik dari *polystyrene* yaitu tahan benturan, menginsulasi panas, kaku, ringan, tahan air, kedap suara, sulit terurai, mudah dipotong, ekonomis, berwarna

putih pada umumnya, larut dalam cairan kimia tertentu seperti *eter*, *hidrocarbon aromatic* dan *chlorinated hydrocarbon*. *Polystyrene* dihasilkan dari *styrene* ($C_6H_5CH=CH_2$) yang mempunyai gugus *phenyl* (enam cincin karbon) yang tersusun secara tidak teratur sepanjang garis karbon dari molekul. *Polystyrene* merupakan bahan yang baik ditinjau dari segi mekanis maupun suhu, namun bersifat agak rapuh dan lunak pada suhu dibawah $100^{\circ}C$ (Billmeyer, 1984).

Polystyrene ini memiliki berat jenis sampai 1050 kg/m^3 , kuat tarik sampai 40 MN/m^2 , modulus lentur sampai 3 GN/m^2 , modulus geser sampai $0,99\text{ GN/m}^2$, angka poisson 0,33, dan karakteristik *styrofoam* lainnya dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini:

Tabel 2. Karakteristik *Styrofoam*

No.	Karakteristik Styrofoam	Nilai
1	Ukuran Butiran	3 mm-5 mm
2	Berat Jenis	13-22 kg/m^3
3	Modulus Young's	3000-3600 kg/m^2
4	Kuat tarik	40-60 Mpa
5	<i>Spesific Heat</i>	1,3 $\text{kJ}/(\text{kg.k})$
6	<i>Thermal conductivity</i>	0,08 m/m.k

Sumber: Susanto (2011)

B.4 Pemeriksaan Agregat Halus

B.4.1 Kadar Lumpur

Lumpur adalah butiran-butiran halus dengan ukuran $\pm 0,075\text{ mm}$ dan lolos saringan No. 200 yang sifatnya dapat merusak beton atau bata beton. Kadar lumpur adalah banyaknya lumpur yang terkandung dalam agregat yang digunakan untuk campuran bata beton.

Menurut SII 0052-80, agregat halus yang akan digunakan untuk campuran tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%. Apabila agregat halus yang digunakan mengandung lumpur lebih dari 5% maka agregat halus tersebut harus dicuci lagi.

B.4.2 Kadar Organik

Pengaruh zat organik yang terlalu banyak dalam beton adalah sebagai berikut:

1. Pada beton yang lebih besar memberikan dalam proses pengerasan semen
2. Tulangan beton akan berkarat yang akan menimbulkan korosi tulangan
3. Mempertinggi penyusutan serta dapat menimbulkan keretakan
4. Menimbulkan air pengaduk yang lebih banyak sehingga air yang dibutuhkan lebih banyak

B.4.3 Kadar air

Kadar air agregat adalah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam agregat dengan berat agregat dalam kondisi kering. Nilai kadar air ini digunakan untuk koreksi takaran air dalam adukan beton yang disesuaikan dengan kondisi agregat di lapangan.

B.4.4 Berat Jenis dan Penyerapan

Berat jenis digunakan untuk menentukan besarnya komposisi volume agregat dan menentukan berat jenis dari bata beton. Penyerapan adalah tingkat kemampuan suatu bahan menyerap sejumlah zat cair melalui pori-pori yang terdapat pada seluruh permukaan bahan tersebut. Penyerapan dan berat jenis memiliki hubungan berbanding terbalik. Artinya, jika berat jenis semakin besar maka penyerapannya akan semakin kecil dan begitupun sebaliknya.

B.4.5 Berat Volume

Berat volume agregat halus adalah perbandingan antara massa agregat halus dengan volume agregat halus tersebut. Penentuan bobot isi berguna dalam menentukan perbandingan dalam campuran beton sesuai dengan mutu dari sifat konstruksi.

Faktor-faktor yang mempengaruhi berat volume agregat halus adalah sebagai berikut:

1. Berat jenis
2. Bentuk dan susunan agregat
3. Cara pengisian agregat

B.4.6 Analisa Saringan

Analisa saringan adalah suatu kegiatan analisis untuk mengetahui distribusi ukuran agregat halus dengan menggunakan ukuran-ukuran saringan standar tertentu yang ditunjukkan dengan lubang saringan cocok untuk produksi beton.

Gradasi merupakan penyebaran presentase yang terdiri dari batas presentase minimal dan batas presentase maksimal dari besar saringan yang ditinjau. Gradasi agregat juga menentukan besarnya rongga alat atau pori yang mungkin terjadi dalam agregat campuran.

B.4 Sifat-sifat Fisik Bata Beton

B.4.1 Porositas

Porositas adalah perbandingan antara pori dengan volume material total (volume air jenuh), besarnya porositas dari material bahan konstruksi. Nilai porositas menunjukkan tingkat kepadatan butiran pori pada suatu beton. Berdasarkan ASTM C-642 Porositas dapat dihitung dengan persamaan di bawah ini:

$$= \frac{W_2 - W_1}{W_2 - W_3} \times 100\% \quad (I)$$

Keterangan:

- W1 = Berat sampel kering tetap (kg)
 W2 = Berat sampel direndam/ jenuh air ditimbang di udara (kg)
 W3 = Berat setelah direndam/ jenuh air ditimbang didalam air (kg)

B.4.2 Berat Jenis

Berat jenis beton berbeda satu sama lainnya tergantung dari susunan material, struktur butiran, dan porositas beton. Beberapa istilah berat jenis pada agregat diantaranya adalah:

1. Berat Jenis Absolut

Berat jenis absolut adalah berat per volume tidak termasuk volume pori-pori yang terdapat didalamnya. Untuk menentukan berat jenis ini benda harus dibuat berbentuk hidrat/tepung, sehingga pori-pori didalamnya dapat dihilangkan.

2. Berat Jenis Nyata

Berat jenis nyata adalah berat per volume termasuk volume pori yang tidak tembus air dan tidak termasuk volume pori kapiler yang dapat terisi oleh air.

3. Berat Jenis Keadaan Jenuh Kering Muka

Berat jenis keadaan jenuh kering muka (*SSD condition*) adalah berat per volume termasuk volume pori yang tidak tembus air, sedangkan pori kapiler jenuh oleh air.

4. Berat Jenis Keadaan Kering

Berat jenis keadaan kering adalah berat per volume termasuk volume seluruh pori yang terkandung dalam agregat.

Berat jenis bata beton dapat ditentukan dengan rumus:

$$= \frac{A}{B - C} \text{ (Kg/liter)} \quad (II)$$

Keterangan:

- A = Berat bata beton kering tetap
 B = Berat bata beton setelah perendaman selama 24 jam
 C = Berat bata beton dalam air

B.4.3 Pengujian Penyerapan Air Bata Beton

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan besarnya nilai penyerapan air diserap oleh bata beton. Pengujian ini berdasarkan SNI 03-0394-1989 dengan nilai penyerapan dinyatakan dalam persentase. Semakin besar nilai persentase, semakin besar jumlah air yang diserap oleh bata beton. Nilai penyerapan air dapat dihitung dengan menggunakan rumus di bawah ini:

$$= \frac{A - B}{B} \times 100 (\%) \quad (\text{III})$$

Keterangan:

A= Berat Bata Beton Basah

B= Berat Bata Beton Kering

C. METODOLOGI PENELITIAN

C.1 Pemeriksaan Bahan Penyusun Benda Uji

Bahan baku yang dipergunakan untuk pembuatan bata beton antara lain:

1. Semen PCC (*Portland Composite Cement*) dari PT. Semen Padang.
2. Pasir berasal dari Taratak Buluh, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau
3. *Styrofoam* yang digunakan berbentuk butiran dengan diameter maksimal yaitu 3 mm.
4. Air berasal dari sumur bor yang berada di daerah sekitar Laboratorium Bahan Universitas Riau.

Sebelum melakukan pembuatan benda uji, terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan karakteristik bahan penyusun benda uji. Pemeriksaan agregat halus terdiri dari analisa saringan, kadar air, berat jenis, berat volume, kadar lumpur dan kadar organik.

C.2 Penentuan Sampel Bata Beton

Jumlah sampel penelitian sifat fisik bata beton dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini:

Tabel 3. Jumlah Sampel Penelitian

Pengujian	Persentase <i>Styrofoam</i> Dari Berat Agregat Halus				Jumlah Sampel
	0%	5%	10%	15%	
	Sifat fisik	3	3	3	
	Total				12

C.3 Perencanaan Campuran Bata Beton

Perencanaan campuran bata beton pada penelitian ini menggunakan sistem perbandingan volume antara semen, pasir dan *styrofoam*. Dengan perbandingan 1 semen : 3 pasir dan penggunaan *styrofoam*

sebagai pengganti volume pasir dengan persentase 5%, 10%, 15% dan bata beton tanpa *styrofoam* sebagai pembanding. Rincian rencana kebutuhan material campuran yang akan digunakan dalam pembuatan bata beton dengan masing-masing variasi *styrofoam* mempunyai 3 buah sampel dapat dilihat pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Rincian Kebutuhan Material Campuran Untuk Bata Beton

Material Campuran	Volume Material Dari Masing-masing Variasi <i>Styrofoam</i> (liter)			
	0%	5%	10%	15%
Semen	4,5	4,5	4,5	4,5
Pasir	13,5	12,825	12,150	11,475
<i>Styrofoam</i>	-	0,675	1,350	2,025
Total	18	18	18	18

C.4 Pengadukan Campuran dan Pembuatan Benda Uji

Adapun langkah-langkah dalam pengadukan campuran dan pembuatan sampel adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan material sesuai dengan kebutuhan rencana.
2. Menyiapkan peralatan yang akan digunakan dalam proses pengadukan campuran dan pembuatan sampel.
3. Memasukkan pasir, semen dan *styrofoam* ke dalam wadah pengadukan dan kemudian mengaduk ketiga material tersebut hingga merata.
4. Memasukkan air sedikit demi sedikit sambil memeriksa kondisi campurannya dengan cara digenggam. Pemberian air dirasa cukup apabila pada saat campuran digenggam tidak boleh ada air yang menetes di sela-sela jari namun tangan tetap terasa basah dan saat genggam tadi dibuka tidak boleh ada campuran retak atau terurai.
5. Pengadukan semua material harus merata agar semua material terdistribusi dengan baik.
6. Memasukkan adukan campuran ke dalam cetakan sebanyak 3 (tiga) lapis dan setiap lapis ditumbuk dengan penumbuk hingga padat dan rata.

7. Meratakan permukaan cetakan dengan sendok semen dan mistar perata.
8. Membiarkan sampel berada di dalam cetakan selama 1 (satu) hari.
9. Membuka sampel dari cetakan dan melakukan perawatan pada sampel.

C.5 Workability

Workability adalah kemudahan campuran beton untuk dikerjakan, pembentukan, pemadatan dan mobilisasi. *Workability* dalam pembuatan batako dengan penambahan *styrofoam* sangat menentukan kualitas dari batako tersebut. *Workability* batako sangat berpengaruh oleh kadar air yang digunakan dalam campuran. Dalam penelitian ini penentuan kadar air batako melalui pengujian proktor sebagai dasar pemberian air kedalam campuran. Pada dasarnya nilai aktor air semen untuk beton berkisaran 0,3-0,6 atau disesuaikan dengan kondisi adukan agar mudah mudah dikerjakan. Pada pembuatan batako tidak memiliki patokan angka untuk faktor air semen. Karena sangat bergantung dengan campuran penyusunnya. Jumlah air yang sedikit mengakibatkan semen, pasir dan styrofoam tidak menyatu dengan sempurna. *Styrofoam* yang bersifat kedap air mengakibatkan pencampuran akan sulit apabila kadar airnya kurang.

Jumlah kadar air yang rendah sangat menyulitkan ketika pencampuran dan juga proses pencetakan karena styrofoam dan material lain tidak menyatu dengan sempurna dan mengakibatkan kualitas benda uji sangat rendah.

C.6 Perawatan Bata Beton

Perawatan sampel bata beton ringan ini dilakukan dengan menutupi sampel dengan karung goni basah selama 28 hari.

C.7 Pemeriksaan Sifat Fisik Bata Beton

C.7.1 Pengukuran Benda Uji

Untuk mengetahui ukuran contoh, dipakai 3 (tiga) buah benda uji yang utuh.

Sebagai alat pengukur dipakai caliper/mistar sorong yang dapat mengukur teliti sampai 1 mm, setiap pengukuran panjang, lebar, tebal bata atau tebal dinding bata berlubang, dilakukan paling sedikit 3 kali pada tempat yang berbeda-beda, kemudian dihitung harga rata-rata dari ketiga pengukuran tersebut.

C.7.2 Pengamatan Visual Benda Uji

Pengamatan visual benda uji dilakukan pada kondisi benda uji kering. Pengamatan visual benda uji meliputi warna, permukaan dan bentuk sudut benda uji. Pengujian uni dilakukan pada semua benda uji 3 benda uji mewakili satu persentase.

C.7.3 Pengujian Porositas Bata Beton

Prosedur pengujian porositas adalah sebagai berikut:

1. Benda uji dikeringkan, kemudian ditimbang berkala sampai berat dari benda uji konstan. (M_k).
2. Merendam bata beton sampai tidak ada lagi gelembung udara atau kondisi jenuh air. Setelah perendaman, mengeringkan bata beton dengan kain penyerap lalu ditimbang (M_b)
3. Menghitung nilai porositas dengan menggunakan persamaan (II.8)

C.7.4 Pengujian Berat Jenis Bata Beton

Prosedur pengujian berat jenis adalah sebagai berikut:

1. Siapkan semua peralatan dan bahan yang diperlukan
2. Ambil 3 buah bata beton, kemudian dikeringkan sampai berat benda uji tetap.
3. Dinginkan dalam suhu ruang, lalu ditimbang beratnya (catat sebagai A)
4. Batu bata direndam dalam air selama 24 jam
5. Kemudian keluarkan batu bata dan melakukan penimbangan dalam waktu tidak boleh lebih dari 3 menit setelah dikeluarkan dari air (catat sebagai B)

6. Bata ditimbang dalam air dengan pertolongan mesh basket (catat sebagai c) dengan cara :
 Berat bata dalam air = c gram
 $C = c'' - c'$
 $C'' = \text{berat bata} + \text{mesh basket dalam air}$
 $C' = \text{berat mesh basket dalam air}$
7. Hitung berat jenis semu bata bata.

C.7.5 Pengujian Penyerapan Air Bata Beton

Benda uji direndam dalam air bersih yang bersuhu ruangan selama 24 jam. Kemudian benda uji diangkat dari rendaman, dan air sisanya dibiarkan meniris kurang lebih 1 menit, lalu permukaan bidang benda uji diseka dengan kain lembab, agar air yang berkelebihanyang masih melekat dibidang permukaan benda uji terserap oleh kain tersebut. Benda uji kemudian ditimbang (A). Setelah itu benda uji dikeringkan dan ditimbang (B).

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

D.1 Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Halus

Pemeriksaan dilakukan untuk mengetahui karakteristik dan spesifikasi agregat halus yaitu pasir berasal dari Taratak Buluh, Kabupaten Kampar. Hasil pemeriksaan agregat halus ini sangat berpengaruh untuk campuran berikutnya, apakah agregat halus yang dipakai ini memenuhi syarat untuk dijadikan material campuran atau tidak.

Hasil pemeriksaan agregat halus dapat dilihat pada Tabel 5 sebagai berikut.

Tabel 5. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus dan Spesifikasinya

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	Standar
1	Kadar lumpur	0,826%	<5%
2	Kadar organik	No. 3	
3	Berat jenis		
	a. Semu	2,696 kg/l	2,5 – 2,7 kg/l
	b. Kering	2,638 kg/l	
	c. SSD	2,660 kg/l	
5	Berat volume		
	a. Gembur	1,525 kg/l	0,3 – 1,8 kg/l
	b. Padat	1,665 kg/l	
6	Modulus kehalusan	2,43	1,5 – 3,8

D.2 Hasil Pengujian Karakteristik Fisik Benda Uji

D.2.1 Hasil Pengujian Visual Benda Uji

Pengujian visual pada penelitian ini meliputi pada ukuran, bentuk dan warna. Berikut akan disajikan data hasil pengamatan benda uji dalam bentuk Tabel 6 berikut ini.

Tabel 6. Hasil Pengujian Rata-Rata Visual Benda Uji.

Persentase Pemakaian Styrofoam	Pengujian Visual		
	Ukuran	Bentuk	Warna
0%	39x9x10	Permukaan halus dan siku	Abu-abu
5%	39x9x10	Permukaan halus dan siku	Abu-abu berbintik putih sedikit
10%	39x9x10	Permukaan halus dan siku	Abu-abu berbintik berbintik putih banyak
15%	39x9x10	Permukaan kasar dan tidak siku	Abu-abu berbintik putih banyak

Dari Tabel 6 dapat dijelaskan bahwa dengan penambahan *styrofoam* 15% permukaan batako kasar dan tidak siku dan berwarna Abu-abu berbintik putih banyak. Hal ini disebabkan dengan semakin banyak penambahan *styrofoam* butiran yang mengakibatkan permukaan batako semakin kasar dan cukup sulit mendapatkan hasil yang siku sempurna.

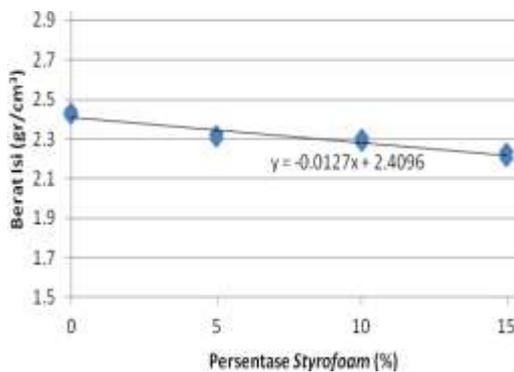
D.2.2 Hasil Pengujian Berat Isi, Berat Jenis, Penyerapan Air dan Porositas

Pengujian berat isi, berat air, penyerapan air dan porositas didapatkan dari rata-rata tiga benda uji berukuran 39 cm x 9 cm x 10 cm dengan umur 28 hari. Hasil dari pengujian bisa dilihat di Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Hasil pengujian Berat Isi, Berat Jenis, Penyerapan Air dan Porositas

% Styrofoam	Berat Isi Kering (gr/cm ³)	Berat Jenis (kg/l)	Penyerapan Air	Porositas
0%	2,42	2,05	3,70%	7,89%
5%	2,31	2,03	3,63%	7,66%
10%	2,29	1,97	3,34%	6,81%
15%	2,22	1,94	2,32%	4,62%

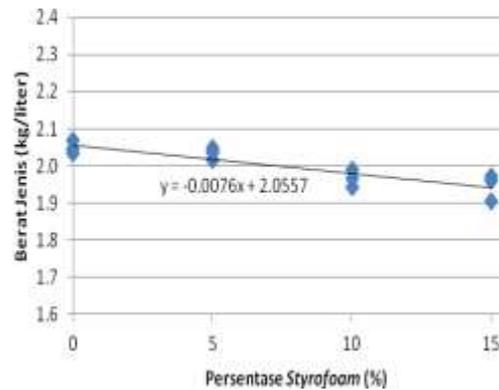
Hasil pengujian berat isi kering benda uji yang tidak menggunakan *styrofoam* yaitu 2,42 gr/cm³ sedangkan berat isi benda uji yang menggunakan *styrofoam* berkisaran 2,31 gr/cm³ sampai 2,22 gr/cm³ dengan hasil pengujian tersebut dapat diartikan bahwa semakin banyaknya penambahan *styrofoam* maka semakin ringan benda uji. Data penelitian ini dapat dijelaskan dalam grafik sebagai berikut.



Gambar 1. Hubungan Berat Isi dengan Variasi *Styrofoam*

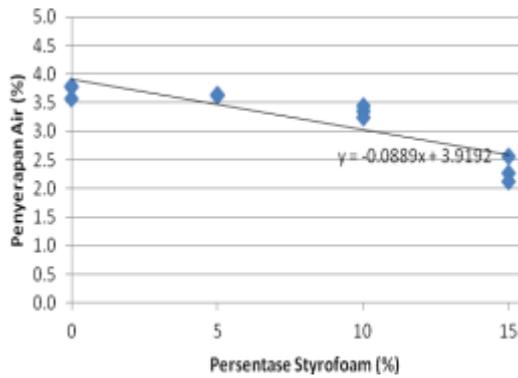
Hasil pengujian berat jenis pada benda uji yang tidak menggunakan

Styrofoam adalah 2,05 gr/cm³ sedangkan benda uji yang menggunakan penambahan *styrofoam* 5% adalah 2,03 gr/cm³, 10% adalah 1,96 gr/cm³ dan 15% adalah 1,94 gr/cm³ penurunan berat jenis berbanding lurus dengan penurunan berat isi kering. Data dari pengujian berat jenis ini dapat dijelaskan dengan grafik sebagai berikut.



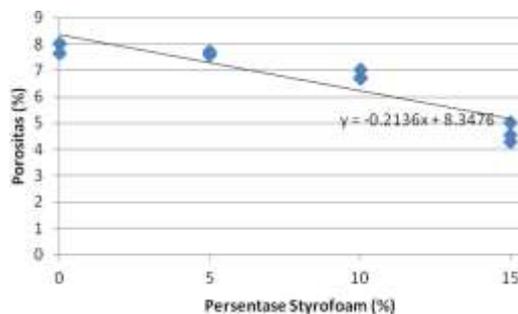
Gambar 2. Hubungan Berat Jenis dengan Variasi *Styrofoam*

Hasil pengujian penyerapan air pada benda uji yang tidak menggunakan *Styrofoam* adalah 3,7% sedangkan benda uji yang menggunakan penambahan *styrofoam* 5% adalah 3,6%, 10% adalah 3,33% dan 15% adalah 2,32%. Semakin banyak penambahan persentase *styrofoam* maka semakin kecil penyerapan air pada benda uni itu dikarenakan *styrofoam* bersifat kedap air. Jika dibandingkan dengan SNI 03-0349-1989 nilai penyerapan air benda uji normal dan penambahan *styrofoam* 0%, 5%, 10%, dan 15% masuk katagori mutu I karena lebih kecil dari 25%. Mutu I yaitu bata beton yang digunakan untuk konstruksi yang memikul beban dan biasa digunakan untuk kontruksi yang tidak terlindung (diluar atap).



Gambar 3. Hubungan Penyerapan Air dengan Variasi *Styrofoam*

Hasil pengujian Porositas pada benda uji yang tidak menggunakan Styrofoam adalah 7,89% sedangkan benda uji yang menggunakan penambahan *styrofoam* 5% adalah 7,66%, 10% adalah 6,81% dan 15% adalah 4,62%. Semakin banyak penambahan persentase *styrofoam* maka semakin kecil angka porositas. Angka porositas benda uji menurun berbanding lurus dengan angka penyerapan air. Data dari pengujian penyerapan air ini dapat dijelaskan dengan grafik sebagai berikut.



Gambar 4. Hubungan Porositas dengan Variasi *Styrofoam*

E. KESIMPULAN DAN SARAN

E.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang dilakukan terhadap bata beton dengan penambahan *styrofoam*, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil pengamatan visual bata beton dengan penambahan *styrofoam* sebagai pengganti agregat halus dengan persentase 0%, 5%, 10% dan 15% berwarna abu-abu dan berbintik-bintik putih. Semakin besar persentase *styrofoam* yang digunakan maka mengakibatkan pembentukan siku dari batako semakin sulit dikarenakan bentuk *styrofoam* yang bulat.
2. Berdasarkan hasil pengujian berat isi kering batako yang tidak menggunakan *styrofoam* yaitu 2,42 gr/cm³ sedangkan berat isi benda uji yang menggunakan *styrofoam* berkisaran 2,22 gr/cm³ sampai 2,31 gr/cm³ dengan hasil pengujian tersebut dapat diartikan bahwa semakin banyaknya penambahan *styrofoam* maka semakin ringan bata beton.
3. Berdasarkan hasil pengujian penyerapan air batako terhadap penambahan *styrofoam* sebagai pengganti pasir sebesar 0%, 5%, 10% dan 15% masuk kedalam mutu I menurut SNI 03-0349-1989, yaitu bata beton yang digunakan untuk konstruksi yang memikul beban dan biasa digunakan untuk konstruksi yang tidak terlindung (diluar atap). disebabkan nilainya lebih kecil dari 25%. Semakin kecil nilai penyerapan air dikarenakan sifat *styrofoam* yang kedap air.
4. Berdasarkan hasil pengujian berat jenis pada batako dengan penambahan *styrofoam* sebagai pengganti agregat halus dengan persentase 0%, 5%, 10% dan 15% mengalami penurunan seiring dengan semakin banyak persentase yang ditambahkan. Penurunan hasil berat jenis berbanding lurus dengan penurunan berat isi kering.
5. Berdasarkan hasil pengujian porositas pada batako dengan penambahan *styrofoam* sebagai

penganti agregat halus dengan persentase 0%, 5%, 10% dan 15% mengalami penurunan seiring dengan semakin banyak persentase yang ditambahkan, hasil tersebut berbanding lurus dengan hasil pengujian penyerapan air itu dikarenakan *styrofoam* bersifat kedap terhadap air.

1.1. Saran

Berdasarkan hasil pengalaman dalam melakukan di laboratorium, dapat dikemukakan saran yang mungkin dapat dipergunakan untuk penelitian lanjutan

1. Perlu dilakukan penelitian dengan penggunaan semen dengan *type* yang berbeda, karena penelitian ini menggunakan semen PCC, yang karakteristik berbeda dengan *type* yang lain.
2. Dalam penelitian yang sejenis selanjutnya diharapkan menggunakan variasi bentuk *styrofoam* yang lebih banyak untuk membandingkan pengaruh bentuk material styrofoam terhadap sifat mekanik batako.
3. Penelitian ini menggunakan perbandingan 1(semen):3(pasir), diharapkan untuk penelitian selanjutnya lebih bervariasi perbandingan untuk mendapatkan hasil yang optimum.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C 642-90. (1991). *Standard Test Method for Specific Gravity, Absorption, and Voids in Hardened Concrete*. American Society for Testing of Concretes.
- Candra, P D. (2015). Analisis Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Bata Beton Ringan Dengan Penambahan *Styrofoam*. Proyek Akhir, Universitas Negeri Padang.
- Jambeck J R., Roland G, Chris W, Theodore S, Miriam, Anthony A, Ramani N, Kara L L. (2015). *Plastic waste inputs from Land into The*

ocean. University of Georgia.

Standar Industri Indonesia. (1980). SII 0052. Mutu dan Cara Uji agregat. Bandung: Departemen Perindustrian Republik Indonesia.

Standar Nasional Indonesia. (1989). SK SNI S-04-1989-F. Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A, Bahan Bangunan Buka Logam. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.

Standar Nasional Indonesia. (1990). SK SNI T-15-1990-03. Spesifikasi Bahan Tambah Untuk Beton. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.

Standar Nasional Indonesia. (1989). SNI 03-0349. Bata Beton Untuk Pasangan Dinding. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.

Standar Nasional Indonesia. (2008). SNI 3402. Cara Uji Berat Isi Beton Ringan. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.

Susanto, R. (2011). "Analisis Penambahan Fly Ash dalam Campuran Beton dengan Expanded Polystyrene sebagai Agregat Halus". *Skripsi*. Universitas Bina Nusantara.